

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日 2 0 0 0 年 3 月 3 1 日
Date of Application:

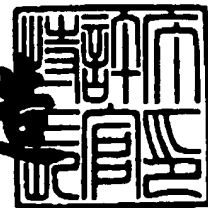
出 願 番 号 平成 1 2 年 特 許 願 第 9 9 8 5 5 号
Application Number:

出 願 人 東 陶 機 器 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 1 年 1 1 月 6 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 K1000583

【提出日】 平成12年 3月31日

【あて先】 特許庁長官 殿

【発明者】

【住所又は居所】 福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号 東陶機器株式会社内

【氏名】 松本 彰夫

【特許出願人】

【識別番号】 000010087

【氏名又は名称】 東陶機器株式会社

【代表者】 重淵 雅敏

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 017640

【納付金額】 21,000

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 高剛性の材料により構成された移動体装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 可動部分の一部又は全部が比剛性率 100 GPa 以上の構成材料により構成された、位置決め機能を有する移動体装置。

【請求項 2】 前記移動体装置が静圧流体軸受け装置である、請求項 1 に記載の移動体装置。

【請求項 3】 前記静圧流体軸受け装置が、平板状物体のパターンを形成するための露光装置に用いられるものである、請求項 2 に記載の移動体装置。

【請求項 4】 前記平板上物体が、半導体ウェハまたは液晶パネルである、請求項 3 に記載の移動体装置。

【請求項 5】 前記構成材料がセラミックス焼結体である、請求項 1 乃至 4 に記載の移動体装置。

【請求項 6】 前記セラミックス焼結体が炭化硼素焼結体である、請求項 5 に記載の移動体装置。

【請求項 7】 前記炭化硼素焼結体が常圧焼結により製造されたものであってその気孔率が 10 体積%以下である、請求項 6 に記載の移動体装置。

【請求項 8】 前記炭化硼素焼結体が常圧焼結後 H I P 処理することにより製造されたものであってその気孔率が 5 体積%以下である、請求項 6 に記載の移動体装置。

【請求項 9】 前記炭化硼素焼結体が有機物を焼結助剤の主成分として用いて焼結されたものである、請求項 6 乃至 8 に記載の移動体装置。

【請求項 10】 前記セラミックス焼結体が炭化珪素焼結体である、請求項 5 に記載の移動体装置。

【請求項 11】 前記炭化珪素焼結体が常圧成形により製造されたものであってその気孔率が 5 体積%以下である、請求項 10 に記載の移動体装置。

【請求項 12】 前記炭化珪素焼結体が常圧焼結後 H I P 処理することにより製造されたものであってその気孔率が 2.5 体積%以下である、請求項 10 に記載の移動体装置。

【請求項 13】 前記炭化珪素焼結体が、炭素原子を含む化合物、硼素原子を含む化合物、アルミニウム原子を含む化合物からなる群より選択された化合物を焼結助剤の主成分として用いて焼結されたものである、請求項 10 乃至 12 に記載の移動体装置。

【請求項 14】 前記セラミックス焼結体が再結晶炭化珪素焼結体に金属を含浸させたものである、請求項 5 に記載の移動体装置。

【請求項 15】 前記金属がシリコンである、請求項 14 に記載の移動体装置。

【請求項 16】 前記セラミックス焼結体が反応焼結により製造されたシリコン含浸炭化珪素焼結体である、請求項 5 に記載の移動体装置。

【請求項 17】 前記セラミックス焼結体が鋳込成形により製造された成形体を焼結したものである、請求項 5 乃至 16 に記載の移動体装置。

【請求項 18】 前記鋳込成形時に成形助剤として有機物および/又は粘土を主成分として用いる、請求項 17 に記載の移動体装置。

【請求項 19】 前記成形助剤は、焼結時には焼結助剤としての作用も発現するものである、請求項 18 に記載の移動体装置。

【請求項 20】 前記セラミックス焼結体が CIP 成形により製造された成形体を生加工後焼結したものである、請求項 5 乃至 16 に記載の移動体装置。

【請求項 21】 前記比剛性率 110 GPa 以上の構成材料により構成された可動部分の一部又は全部が、中空構造および/又はリブ構造をとるものである、請求項 1 に記載の移動体装置。

【請求項 22】 前記構成材料がセラミックス焼結体であり、前記中空構造および/又はリブ構造が鋳込成形時の型割により形成されたものである、請求項 21 に記載の移動体装置。

【請求項 23】 前記構成材料がセラミックス焼結体であり、前記中空構造および/又はリブ構造が成形体同志の接合により形成されたものである、請求項 21 に記載の移動体装置。

【請求項 24】 前記構成材料がセラミックス焼結体であり、前記中空構造および/又はリブ構造が、焼結体同志のろう付けにより形成されたものである、請求項 21 に記載の移動体装置。

【請求項 25】 前記構成材料がセラミックス焼結体であり、前記中空構造および／又はリブ構造が、CIP 成形後の生加工により形成されたものである、請求項 21 に記載の移動体装置。

【請求項 26】 平均粒径が $0.2\ \mu\text{m} \sim 3\ \mu\text{m}$ で、平均粒径の $1/2$ より小さな粒径を持つ粉体の体積分率が 10% 以上を占める炭化硼素を主成分とする粉体を成形助剤及び焼結助剤と共に分散媒中に分散させたスラリーを多孔質型に注型し、多孔質型に分散媒の一部を吸収させることにより該スラリーを固化させた成形体を作り、該成形体を乾燥後、非酸化性雰囲気下で常圧焼結するか又は非酸化性雰囲気下で常圧焼結後HIP 処理した焼結体を作り、必要に応じて該焼結体の表面仕上げを行うことを特徴とする、炭化硼素焼結体の製造方法。

【請求項 27】 可動部分の一部又は全部が請求項 26 に記載の製造方法により製造された炭化硼素焼結体により構成された、位置決め機能を有する移動体装置。

【請求項 28】 前記移動体装置が静圧流体軸受け装置である、請求項 27 に記載の移動体装置。

【請求項 29】 前記静圧流体軸受け装置が、平板状物体のパターンを形成するための露光装置に用いられるものである、請求項 28 に記載の移動体装置。

【請求項 30】 前記平板状物体が、半導体ウェハまたは液晶パネルである、請求項 29 に記載の移動体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は高剛性の構成材料により可動部分が構成された、高精度の位置決め機構を有する移動体装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 高精度の位置決め機能が必要な移動体装置としては 3 次元測定器、直線度測定器、平面状物体のパターンを形成するための露光機などをあげることができる。このような高精度の位置決め装置を備えた移動体装置においては主として静圧流体軸受け装置が用いられている。また特に露光機においては最近の半導体ウェハーや液晶パネルを製造するにあたってはパターンの微細化に対応し

たさらに高精度の位置決め機能が求められていると共に、経済的にパターンを形成するために高速で半導体ウェハーや液晶パネルなどの被露光ワークやレチクル等が搭載された移動体を動かして装置のスループットを向上させることが求められている。しかしながら移動体を高速で動かすことは必然的に振動が発生することであり、位置決め精度に関してはマイナスの要因である。また一定の駆動力のもとで移動体を高速で動かすためには、可動部分の軽量化が必要である。

【0003】このような高速化と高位置決め精度を両立させるためには比剛性率(ヤング率/比重)の大きな材料で構成された移動体を用いる必要がある。そのため従来から用いられていた金属系の素材に代わって、近年ではセラミック製の構成材料を用いた可動部分が採用された移動体装置もあらわれており、例えば特開平4-347008にはセラミック製の流体軸受けは比剛性の面で金属製のそれに優ることが開示されている。また特開平6-297421号公報には、アルミナ製の流体軸受けが実施例として開示されている。また同公報には、流体軸受けに用いられるセラミック材料の例が列挙されており、この中には完全に焼結させればアルミナよりも比剛性率の大きなセラミック焼結体ができると推定される窒化珪素や炭化珪素も挙げられている。

【0004】またセラミック材料として完全に焼結させれば最も比剛性率が大きいと考えられる材質としては炭化硼素が挙げられ、特開平7-97264号公報にはその常圧焼結法が開示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の技術においては次のような問題点があった。すなわち、アルミナの比剛性率はそのヤング率が最大値近くになるまで焼結させたとしても80～95GPa程度であり、この程度の比剛性率では将来の露光機に求められるスループットと位置決め精度を達成するのに十分ではない。

【0006】また窒化珪素や炭化珪素などのセラミックスはアルミナに比べると難焼結体であると共に難成形体でもあり、露光機用の可動部分に用いられるような大型品を経済的に成形・焼結することは難しい。また例えば露光機の可動部分を軽量化するためには、リブ構造や中空構造を採用することが考えられるが、こ

のような構造をとることはますますその成形・焼成が難しくなる結果を招いてしまう。その中でも炭化硼素は最もその焼結が難しいセラミックスであり、露光機用の可動部分に用いられるような大型品を経済的に成形・焼結させることは不可能であった。

【0007】本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは露光機用静圧流体軸受け装置のような位置決め機能を有する移動体装置において、高剛性の構成材料によりその可動部分を構成することにより高速・高精度の位置決めを達成することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明では、上記課題を解決すべく、可動部分の一部または全部が比剛性率100GPa以上の構成材料により構成された、位置決め機能を有する移動体装置を提供する。また平均粒径が $0.2\mu\text{m}$ ～ $3\mu\text{m}$ で、平均粒径の1/2より小さな粒径を持つ粉体の体積分率が10%以上を占める炭化硼素を主成分とする粉体を成形助剤及び焼結助剤と共に分散媒中に分散させたスラリーを多孔質型に注型し、多孔質型に分散媒の一部を吸収させることにより該スラリーを固化させた成形体を作り、該成形体を乾燥後、非酸化性雰囲気下で常圧焼結するか又は非酸化性雰囲気下で常圧成形後HIP処理した焼結体を作り、必要に応じて該焼結体の表面仕上げを行うことを特徴とする、炭化硼素焼結体の製造方法ならびに該炭化硼素焼結体により可動部分の一部又は全部が構成された位置決め機能を有する移動体装置を提供する。

【0009】

【発明の実施の態様】まず以下に本発明の構成要素について説明する。本発明において用いられる可動部分の一部または全部を構成する材料としては比剛性率が100GPa以上、さらに好ましくは110GPa以上のものを用いることが好ましい。なお比剛性率とはヤング率をかさ比重で割った値であり、かさ比重の単位は無名数であるので、結局比剛性率の単位はヤング率と同様にGPaで表わすことができる。本発明においては好ましい下限未満の比剛性率の材料を用いると位置決め速度及び精度が不十分である場合がある。また比剛性率の好ましい上限が存在せず比剛性率は大きければ大きいほど好ましいことは自明であるが、セ

ラミック材料を用いた場合達成可能な比剛性率は200GPa程度である。

【0010】本発明における移動体装置が用いられる好適な応用分野としては静圧流体軸受け装置を挙げることができる。静圧流体軸受け装置は3次元測定器や直線度測定器などの高精度の位置決めが必要な分野に好適に用いられるが、高精度に加えて強く高速移動が求められる応用分野としては、半導体ウェハーや液晶パネルなどの平板状物体のパターン形成に用いられる露光機を挙げることができる。なお、露光機においては、半導体ウェハーや液晶パネルなどの被露光ワークやレチクル等が搭載された移動体を形成する機構部品は数多くあり、静圧流体軸受け装置の可動部分と定義するのが不適当な場合もあるが、露光機の可動部分を形成する部品であれば本発明の技術を適用することが可能である。

【0011】本発明における高剛性の構成材料として適切なものとしてはセラミック焼結体を挙げることができる。その中でも好ましいセラミック焼結体としては、炭化硼素焼結体を挙げることができる。炭化硼素焼結体は常圧焼結により製造されるものであって、その気孔率が10体積%以下であることが好ましく、5体積%以下であればさらに好ましい。なおここでいう気孔率とは開気孔と閉気孔の両方を含む気孔率であるが、本発明においては開気孔率は実質的に0に近いいため、気孔率は閉気孔率と実質的に同等である。なお、炭化硼素焼結体は常圧焼結後、さらにHIP処理を行うことにより、さらに気孔率を低下させて高剛性にすることもできる。このHIP処理を行う場合の好ましい気孔率は5体積%以下、さらに好ましくは2.5体積%以下である。気孔率が好ましい上限を超えると比剛性率が不十分であったり、焼結後の加工時にチッピングを起こし易くなる等の不具合が発生する場合がある。なお気孔率には特に好ましい下限はなく、所望の比剛性率に到達するまで気孔率を小さくすれば良い。

【0012】この炭化硼素の常圧焼結においては焼結雰囲気はアルゴン、窒素、真空などの非酸化雰囲気、最高温度を2000～2400℃とすることが好ましい。この焼成条件で焼結させるためには焼結助剤が必要である。その焼結助剤の主成分としては有機物が好ましく、例えばフェノール樹脂、カーボンブラック、ポリカルボンシラン、炭化タンゲステンなどを適宜組合せて用いることができる。

【0013】また、本発明におけるセラミック焼結体のもう一つの好ましい例として炭化珪素焼結体を挙げることができる。炭化珪素焼結体は前記炭化硼素焼結体に比較するとその比剛性率においては劣るものの、価格が安い点や、焼結後の加工性が優れているという利点がある。炭化珪素焼結体は常圧焼結により製造されるものであって、その気孔率が5体積%以下であることが好ましく、2.5体積%以下であればさらに好ましい。なお、炭化珪素焼結体は常圧焼結後、さらにHIP処理を行うことにより、さらに気孔率を低下させて高剛性にすることもできる。このHIP処理を行う場合の好ましい気孔率は2.5体積%以下、さらに好ましくは1.5体積%以下である。気孔率が好ましい上限を超えると比剛性率が不十分であったり、焼結後の加工時にチッピングを起こし易くなる等の不具合が発生する場合がある。なお気孔率には特に好ましい下限はなく、所望の比剛性率に到達するまで気孔率を小さくすれば良い。

【0014】この炭化珪素の常圧焼結においては焼結雰囲気はアルゴン、窒素、真空などの非酸化雰囲気、最高温度を1800～2400℃とすることが好ましい。この焼成条件で焼結させるためには焼結助剤が必要である。その焼結助剤の主成分としては炭素原子を含む化合物、硼素原子を含む化合物、アルミニウム原子を含む化合物からなる群より選択された化合物が好ましく、例えば炭化硼素、アルミニウム、アルミナ、窒化アルミニウム、フェノール樹脂等を適宜組合せて用いることができる。

【0015】また本発明におけるセラミック焼結体の好ましいもう一つの例として、再結晶炭化珪素焼結体に金属を含浸させたものを挙げることができる。この金属含浸再結晶炭化珪素焼結体は、上記の炭化珪素焼結体に比べると焼結時の収縮が非常に小さいため、大型複雑形状品に応用するのに有利である反面、比剛性率は炭化珪素焼結体に比べるとやや落ちることや、含浸した金属に起因する耐酸、耐アルカリ、耐プラズマなどの化学的特性の低下が見られるなどの欠点もある。

【0016】再結晶炭化珪素焼結体は多孔質体であるため、本発明におけるセラミックス焼結体として使用するためには金属を含浸させて緻密体とする必要がある。含浸させる金属としてはシリコン、アルミニウム、アルミニウム合金などが

好ましく、特に好適なものはシリコンである。

【0017】また本発明におけるセラミック焼結体の好ましいもう一つの例として、反応焼結により製造されたシリコン含浸炭化珪素焼結体を挙げることができる。この反応焼結シリコン含浸炭化珪素焼結体はシリコン含浸再結晶炭化珪素焼結体と比較すると、焼結時の寸法変化に起因するクラックの発生を防止という観点からの寸法・形状の自由度はやや劣るものの、反応焼結・シリコン含浸が同時に行われるため製造コストが安いという利点がある。

【0018】本発明におけるセラミック焼結体の焼結工程前の成形工程における好ましい成形方法としては鋳込成形を挙げることができる。鋳込成形とはセラミック粉末を主成分とし成形助剤及び焼結助剤と共に分散媒中に分散させたスラリーを多孔質型に注型し、多孔質型に分散媒の一部を型の毛管吸引力やスラリーへの直接加圧により吸収させることにより該スラリーを固化させてから脱型・乾燥させる成形方法である。分散媒としては水や各種有機溶媒が用いられるが、最も汎用性があるのは水を主成分とする分散媒である。

【0019】ここでいう成形助剤とはスラリーの流動特性やスラリー中の粉体の分散特性を向上させると共に成形体のバインダーや可塑性付与剤として機能して成形体強度を向上させるものであることが好ましく、好ましい成形助剤としてはアルギン酸ナトリウム、アルギン酸アンモニウム、アルギン酸トリエタノールアミン等のアルギン酸塩、ジブタルフタル、カルボキシルメチルセルロースナトリウム、メチルセルロースナトリウム、ポリビニルアルコール、デキストリン、ペプトン、溶性デンプン、各種ポリマー、各種エマルジョン等の有機物や粘土類を挙げることができる。

【0020】なおここでいうスラリーの流動特性を向上させるとは増粘または解膠作用によりスラリーの粘性を最適値に調節することやスラリーの流動特性にチクソトロピー性を付与することをさしており、特に焼結特性のみを考慮してセラミック粉体の粒度分布幅を狭くした場合スラリーはダイラタンシー性を示すようになるため、この成形助剤の添加により流動特性をチクソトロピックに改質することは重要である。

【0021】この焼結特性と流動特性を両立させるための好ましいセラミック粉

体の粒度分布としては、平均粒径の1/2より小さな粒径を持つ粉体の体積分率が10%以上を占めるようにすることが好ましい。この体積分率が好ましい下限未満になると、成形助剤の添加によっては好ましいスラリーの流動特性が得られない場合がある。この体積分率には好ましい上限はなく、各粉体の焼結特性により、焼結度が悪化しない範囲で粒度分布を広くすることが好ましい。またセラミック粉体の平均粒径に関しても流動特性と焼結特性のバランスした範囲を選択すべきであり、炭化珪素焼結体の場合には原料炭化珪素粉体の好ましい平均粒径は0.2 μ m ~ 3 μ mである。

【0022】また上記成形助剤は焼結工程において焼結助剤の働きも示すものであればさらに好ましい。前述の焼成助剤の構成元素は、上記成形助剤に含まれているものもあり、例えば有機物中の炭素や粘土中のアルミニウムなどを挙げることができる。

【0023】また本発明におけるセラミック焼結体の焼結工程前の成形工程におけるもう一つの好ましい成形方法としてCIP成形を挙げることができる。CIP成形は成形体を生加工により削り出していくため材料歩留が低く、生加工に要するコストが高いという欠点はあるが、可塑性に劣る材料を用いて大型複雑形状の成形体を製造するのには鋳込み成形より適している。CIP成形においても同様に成形助剤、焼結助剤は必要であり、鋳込成形とはほぼ同様の成形助剤、焼結助剤、成形助剤と焼結助剤の両方の効果を発現させる助剤を用いることができる。ただしCIP成形においては成形体の可塑性はあまり必要としないので、焼結体の物性を低下させる可能性がある粘土などの可塑性に重点をおいた成形助剤の使用をひかえることが可能となる。

【0024】また本発明における可動部分の重量をさらに低減させる方法として該可動部分を中空構造および／又はリブ構造とする手段を挙げることができる。セラミック焼結体でこのような中空構造及び／又はリブ構造のものを製造する手段としてはまず鋳込成形の型割によりこのような構造を作りこむ手段を挙げることができる。その他の手段としては成形体同志の接合又は焼結体同志の接合により目的とする構造を作りこむ手段を挙げることができる。その場合の接合剤としては、成形体を接合する場合には成形体を構成するセラミック粉体と同じセラミ

ック粉体を主成分として分散媒や増粘剤等の添加剤を加えたものが好ましく、また焼成体を接合する場合には各種合金やシリコンなどのろう剤が好ましい。またもう一つの中空構造及び／又はリブ構造を作りこむ手段としては、CIP成形後の生加工により削り出す手段を挙げることができる。

【0025】

【実施例】セラミック焼結体として炭化硼素焼結体(試料No1)、炭化珪素焼結体(試料No2)、シリコン含浸再結晶炭化珪素焼結体(試料No3)、反応焼結シリコン含浸炭化珪素焼結体(試料No4)、アルミナ焼結体(比較試料)のそれぞれについてヤング率とかさ比重を測定した。なおヤング率の測定法は共振法によるものである。

【0026】次にそれぞれの試料を静圧軸受けのガイド軸を完全に囲むスライダーとして用い、スライダーとガイド軸の間に圧縮空気を供給してスライダーをガイド軸と比接触の状態に支持した後に駆動手段を用いてスライダーを200mmのストロークで1mmずつ繰り返し往復運動させて位置決め機能の評価した。その結果を表1に示す。なお位置決め機能の評価は、位置決め分解能と位置決めに要する時間を総合して評価したものであり◎は特に優れていることを表わし、丸は優れていることを表わし×は劣っていることを表わしている。

【0027】

【表1】

試料No	ヤング率 (GPa)	かさ比重	比剛性率 (GPa)	位置決め機能評価
1	453	2.50	181	◎
2	391	3.18	123	○
3	330	3.01	110	○
4	325	3.00	108	○
比較	352	3.90	90	×

【0028】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、高比剛性の構成材料を移動体装置の可動部分に用いることにより、高速で高精度の位置決めが可能となり、露光機などに好適に応用することができる。

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 露光機用静圧流体軸受け装置のような位置決め機能を有する移動体装置において、高剛性の構成材料によりその可動部分を構成することにより高速・高精度の位置決めを達成する。

【解決手段】 可動部分の一部又は全部が比剛性率 100 GPa 以上の構成材料により構成された、位置決め機能を有する移動体装置。

【選択図】 なし

出願人履歴

000010087

19900827

新規登録

福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号

東陶機器株式会社